

С. Р. Артемьев

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАТРИЯ С КИСЛОРОДОМ ВОЗДУХА

Проведено исследование структуры факела распыла многофазовой центробежной форсунки и распыляющего устройства, основанного на эффекте сталкивающихся струй с помощью оптических методов

Ключевые слова: перекись натрия, форсунка, распыление

1. Введение

Процесс горения металлического натрия широко используется во многих технологических схемах, например, при получении окиси натрия (Na_2O), перекиси натрия (Na_2O_2), при уничтожении отходов производства металлического натрия и др. Очевидно, что для расчета процесса и создания реакторной системы необходимо знание механизма процесса горения Na и кинетики данного процесса.

2. Постановка проблемы

При реализации вышеуказанных технологических процессов существует несколько особенностей организации процесса горения:

- процесс горения осуществляется в ограниченном объеме, с теплообменом в окружающую среду, с фиксированной температурой в реакционном сосуде;
- процесс осуществляется при различных молярных отношениях Na/O_2 от 0,25:1 до 8:1;
- металлический натрий вводится в реактор в виде расплава (жидкости) при температуре 180 – 250 °С;
- в зависимости от способа ввода жидкого Na и сухого воздуха в реакторе может наблюдаться ламинарное диффузионное пламя (факел) или турбулентное пламя (факел).

Вышеперечисленные особенности определяют температурный, концентрационный режимы в факеле и по его сечению, размеры капель натрия (частиц) и поверхность контакта с O_2 , состояние молекул кислорода и т.д. Все это может изменить модель механизма горения и, соответственно, модель расчета процесса.

Исходя из этого, в тезисах, в общем, рассмотрена возможная модель взаимодействия Na с кислородом воздуха при учете вышеотмеченных особенностей.

3. Основная часть

3.1. Анализ публикаций по теме исследования

В [1] имеются сведения о конструкции форсуночных аппаратов, которые представляют собой

цилиндрические емкости с коническим днищем диаметром до 2,5 м и высотой камеры горения – 3,4 м. Расплавленный металл под давлением 0,05 МПа и температуре 120 °С с расходом $1\text{ м}^3/\text{час}$ подается в форсунку, куда подается сжатый воздух под давлением 0,25 МПа при температуре 250 °С с расходом 400 – 500 $\text{нм}^3/\text{час}$.

В целом, гидродинамика распыла и дисперсная структура факела определяют механизм и кинетику горения жидкой капли натрия. Согласно [1], в промышленном варианте пламенного реактора используется прямоточная форсунка, которая обеспечивает средний размер капель 400 – 600 мкм. Распределение капель по размерам подчиняется функции логарифмического нормального распределения.

Также согласно [1, том 1], получение дисперсной структуры факела с указанной величиной частиц (капель) приводит к неполному их сгоранию, и несгоревшая часть натрия оседает на стенки пламенного реактора. Поскольку стенки пламенного реактора охлаждаются посредством циркулирующего воздуха в рубашке реактора, то на внутренней поверхности реактора оседает пленка металлического натрия, насыщенная продуктами окисления. Толщина этой пленки может достигать 0,005 м, при этом резко возрастает сопротивление теплопередачи и реактор теряет тепловую устойчивость.

В [2] эта технологическая схема нашла практическое применение, но было обнаружено ряд недостатков, таких, как потеря тепловой устойчивости реактора за относительно короткий период (2 – 3 суток) и неэффективное улавливание продукта реакции.

Согласно [3], количество форсунок может быть от 1 до 5 и устанавливаются они сверху цилиндрической емкости. Очистка газа от продукта осуществляется центробежно-ротационным пылеосадителем, производительность которого по очищенному воздуху составляет 500 $\text{нм}^3/\text{ч}$.

В авторском свидетельстве [3] камеру сгорания рекомендуется исполнять в виде тора, что значительно интенсифицирует процесс.

В литературе практически отсутствуют сведения

о качестве продукта (перекиси натрия), полученного в форсуночных промышленных аппаратах в зависимости от условий проведения процесса сжигания. Качество перекиси натрия, регламентированное ТУ МХП СССР 1665 – 50, не соответствует новым требованиям к продукту согласно мировым стандартам.

В [4] и [6] было проведено исследование гидродинамики и дисперсной структуры факела распыла форсунки жидкого натрия и механизма взаимодействия натрия с кислородом воздуха.

В [5] проводилось масштабное исследование процесса горения распыленного натрия в реакторе (замкнутом объеме).

3.2. Результаты исследований

В рамках проведенных исследований:

- исследована тонкая структура факела распыла, полученного с применением различных устройств и оптических методов; установлено, что распыляющие устройства, действия которых основаны на эффекте сталкивающихся струй, позволяют получать более тонкие дисперсии капель в реакционном объеме от 60 до 200 мкм;

- определено распределение капель по размерам в зависимости от типа устройства, условия их дробления и гидродинамического взаимодействия при их сталкивании;

- определено, что основными величинами, которые влияют на размер капель являются соотношения $G_r/G_{\text{ж}}$ и критерий Вебера (We);

- установлено, что начальный размер капли является основным фактором, определяющим время горения и количество сгоревшего Na, при этом крупные капли размером более 300 мкм могут сгорать не полностью и оседать на стойках реактора, где горение будет происходить в стекающей пленке Na по известным законам;

- установлено, что капли Na размерами менее 250 мкм сгорают в соответствии с механизмом, который включает испарение Na, после чего протекание реакции с кислородом воздуха в паровозной среде; реакционная зона при этом располагается на расстоянии примерно 1 – 1,5 мм от поверхности капли;

- на основе термодинамического анализа и экспериментальных данных представлен механизм образования перекисных соединений Na, который учитывает основное взаимодействие между Na и O_2 в паровой фазе.

Литература

1. Шаповров, В.П. Расширенное проектное задание на опытно-промышленную форсуночную установку [Текст] / В.П. Шаповров, А.Б. Булат // МХП-СССР. Главхимпром. – Объект № 157-244. – тома 1-3. – Харьков, 1965 (инв. № 142.).
2. А.с. 112465 СССР [Текст] / Булат А.Б., Зуев А.А., Юр-

тайкин П.З., Рыков И.В., Шаповров В.П. – № 2204413; зарег. 01.02.1978.

3. А.с. 911797 СССР. Устройство для высокотемпературного окисления металлов [Текст] / Шаповров В.П., Булат А.Б. – № 2896762; зарег. 09.11.1981.
4. Артем'єв, С.Р. Исследование гидродинамики и дисперсной структуры факела распыла форсунки жидкого натрия и механизма взаимодействия натрия с кислородом воздуха [Текст] / С.Р. Артем'єв, В.П. Шаповров, М.С. Попов // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2006. – № 43. – С. 153 – 162.
5. Артем'єв, С.Р. Исследование процесса горения распыленного натрия в реакторе (замкнутом объеме) [Текст] / С.Р. Артем'єв, В.П. Шаповров, Д.С. Дворецкий // Інтегровані технології та енергозбереження. – Харків: НТУ «ХПІ», 2007. – № 1. – С. 34 – 45.
6. Артем'єв, С.Р. Исследование гидродинамики и дисперсной структуры факела распыла форсунки жидкого натрия и механизма взаимодействия натрия с кислородом воздуха [Текст] : матеріали VI міжнародної наукової конференції «Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки» (Чернівці, 11–12 травня 2007 р.) / С.Р. Артем'єв, М.С. Попов, В.П. Шаповров // ЧДУ ім. Ю. Федьковича. – Ч.: ЧДУ ім. Ю. Федьковича, 2007. – 448с.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМА ВЗАЄМОДІЇ НАТРІЯ З ОКСИГЕНОМ ПОВІТРЯ

С. Р. Артем'єв

Проведено дослідження структури факелу розпилю багатофазової відцентрової форсунки та пристрою, що розпилює, яке засноване на ефекті зіштофхуючихся струменів за допомогою оптичних методів

Ключові слова: перекис натрію, форсунка, розпилення

Сергій Робленович Артем'єв, доцент кафедри охорони праці та техногенно-екологічної безпеки Національного університету цивільного захисту України, тел. (067) 928-75-59, e-mail: sergey.artemev.1967@mail.ru

RESEARCH OF MECHANISM OF COOPERATION OF SODIUM WITH BY OXYGEN OF AIR

S. Artem'ev

Conduct the investigation the structure torches centres forces and spreading arrangement, foundation this effect a movement stream for assistance the optical methods

Keywords: perekis sodium, sprayer, nebulized

Sergey Artem'ev, Associate professor of department of labour and tekhnogenno-ekologicheskoy safety of the National University of civil defence of Ukraine protection, tel. (067) 928-75-59, e-mail: sergey.artemev.1967@mail.ru